

E 5505

(6)

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11250460

(43)Date of publication of application: 17.09.1999

(51)Int.Cl.

G11B 7/00  
G01B 11/30  
G01N 37/00  
G11B 7/135

(21)Application number: 10052181

(71)Applicant:

OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing: 04.03.1998

(72)Inventor:

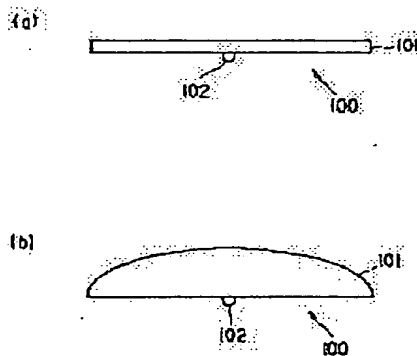
SASAKI HIROKO

(54) INFORMATION RECORDING AND/OR REPRODUCING METHOD AND INFORMATION RECORDING AND/OR REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable recording desired information in a minute area small enough exceeding a diffraction limit in a high density and at high speed regardless of the kinds of recording media by making a scattering body which is fixed by a holding member and whose size is equal to or smaller than that of a wavelength of a light beam to be in close proximity to a medium, irradiating the body with a converged light and using the light scattered by the body as a heat source.

**SOLUTION:** A probe 100 is constituted of a minute scattering body 102 whose size is equal to or smaller than that of the wavelength of a light beam and a holding member 101 holding the body 102. At first, scattered light is generated by converging a laser beam for recording on the body 102. Then, the recording of information with respect to a recording medium is performed by selectively and indirectly heating the tip of the body 102 or a local area being on the medium which is roughly the same order in size as the tip with the scattered light. Thus, a high density recording with respect to a magneto-optical recording medium and a phase transition recording medium, that is, the high density recording with respect to the minute area small enough exceeding the diffraction limit can be realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)

[SEARCH](#)

[INDEX](#)

[DETAIL](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-250460

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 7/00

G 1 1 B 7/00

Q

G 0 1 B 11/30

G 0 1 B 11/30

Z

G 0 1 N 37/00

G 0 1 N 37/00

D

G 1 1 B 7/135

G 1 1 B 7/135

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平10-52181

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月4日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号

(72) 発明者 佐々木 浩子

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 4 名)

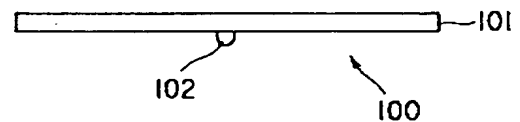
(54) 【発明の名称】 情報記録及び／又は再生方法、並びに、情報記録及び／又は再生装置

(57) 【要約】

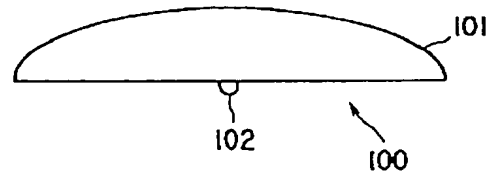
【課題】記録媒体の種類を問わず、回折限界を越える微小領域に高密度で且つ高速に所望の情報を記録することが可能な情報記録方法及び情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】プローブ 100 の散乱体に記録用レーザー光を集光させた際に、記録用レーザー光によって加熱された散乱体の先端から記録媒体 1 に熱伝導が発生して、記録媒体の物理的性質を変化させることによって、回折限界を越えた微小な領域に情報を記録する。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 保持部材によって固定された波長以下の散乱体を媒体に近接させ、前記散乱体に集束光を照射し、前記散乱体によって散乱された散乱光を熱源として用いることによって情報の記録を行うことを特徴とする情報記録及び／又は再生方法。

【請求項 2】 光によって記録媒体に情報を記録する情報記録及び／又は再生装置において、  
光の波長以下の散乱体と、  
この散乱体を記録媒体に近接させる変位機構と、  
前記散乱体に集束光を照射する照射機構とを備えており、  
前記散乱体によって散乱された前記集束光の少なくとも一部を熱源として用いることによって、情報の記録を行うことを特徴とする情報記録及び／又は再生装置。

【請求項 3】 情報再生時において、前記照射機構から照射される集束光の光強度を減光する減光手段と、  
前記減光手段を経て前記散乱体に照射され、前記散乱体から散乱した散乱光を検出する光検出手段と、  
この光検出手段によって検出された検出信号を電気的に処理する電気処理手段とを更に備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、先端を先鋭化した探針を用いて、媒体の微小領域に所望の情報を記録する方法並びにその情報記録装置、及び／又は、記録された情報を再生する情報再生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 現在、情報の記録方法としては、磁気記録法と光記録法が主流であり、メモリデバイス（例えば、記録媒体）の記録密度は、2 Gbit/inch<sup>2</sup> に達しているが、今後益々高密度記録の要望が増えるものと予想される。

【0003】 現行における高密度記録の方法としては、例えば、Land-groove recording と呼ばれる記録領域の拡張技術や、信号を高分解能で再生する超解像技術が知られている。更に、開口数（NA）の高いレンズの開発やレーザー光源を短波長化して記録領域を微小化することによって、高密度記録を実現する方法が知られている。この方法において、現行では近赤外から赤色（波長：800～600 nm）の半導体レーザーが用いられているが、特に 400 nm 程度の波長（青色レーザー光）を有する半導体レーザーを用いると、記録密度を 4 Gbit/inch<sup>2</sup> にすることができる。

【0004】 しかし、現行のような半導体レーザーの短波長化に基づく高密度化法では、光の回折限界によって、将来の需要を満足するような高密度記録を実現することは困難である。

【0005】 このため、現行の磁気記録法や光記録法等

とは異なる情報記録技術の提案や開発が行われている。中でも走査型プローブ顕微鏡（Scanning probe microscope: SPM）を用いた情報記録技術は、超高密度記録を期待できるため研究が進んでおり、原子間力顕微鏡

（Atomic force microscope: AFM）技術を応用したメモリデバイスや走査型近接場光顕微鏡（Scanning near-field optical microscope: SNOM）技術を応用したメモリデバイスの研究が盛んに行われている。

【0006】 SPMは、プローブ（探触針、探針）を試料表面に対して 1 μm 以下まで近接させた際に両者の間に働く相互作用を検出しながらプローブを XY 方向あるいは XYZ 方向に走査することによって、試料の表面情報を測定する装置であり、例えば、走査型トンネル顕微鏡（Scanning tunneling microscope: STM）、原子間力顕微鏡（AFM）、磁気力顕微鏡（Magnetic force microscope: MFM）の総称である。

【0007】 このような SPM の中でも、特に、1980 年代以降、“波長より小さい寸法（厚さ）の領域に局在し、自由空間を伝搬しない”という特性を有するエバネッセント場（波）を検出することによって、光の回折限界を越える分解能を実現した走査型近接場光顕微鏡

（SNOM）が提案されている。なお、SNOMは、生体試料の蛍光測定や、フォトニクス用材料及び素子の評価（誘電体光導波路の各種特性評価、半導体量子ドットの発光スペクトルの測定、半導体面発光素子の諸特性の評価等）等への応用をめざして盛んに開発が進められている。

【0008】 このような SNOM には、測定用プローブとして、例えば先端を先鋭化させた光ファイバやガラス棒又は水晶探針が用いられており、基本的には光が照射された試料表面に探針を接近させながら測定用プローブを走査することによって、試料の表面近傍の光の場の状態（例えば、試料の光学情報）を検出することができるように制御されている。例えば、1993 年 12 月 21 日付けでベテヒ（Betzig）等に付与された US 5,272,330 号公報には、先鋭化したプローブに光を導入して、そのプローブ先端の微小開口の近傍にエバネッセント場を発生させた状態において、このエバネッセント場を試料に接触させた際に試料を透過した光の光強度を 2 次元マッピングすることによって、試料の光学情報を測定することができる SNOM が開示されている。

【0009】 一方、AFM は、プローブ即ちカンチレバーの先端に形成された探針を試料表面に接近又は接触した際に、探針先端と試料表面との間に働く相互作用力に応じて変位するカンチレバーの変位を例えば光学式変位センサを用いて光学的に検出することによって、試料の表面情報を測定することができるように制御されている。例えば、特開昭 62-130302 号公報には、試料表面と探針先端との間の相互作用力を 2 次元マッピングすることによって、試料の表面情報（例えば、試料の

表面凹凸情報)を測定することができるAFMが開示されている。なお、このようなAFM測定技術は、他のSPM装置にも応用されており、試料と探針との間の距離を一定に保つための手段即ちレギュレーションを行なう手段として用いられている。

【0010】また、例えばファンフルスト(N.F. Van Hulst)等は、SNOM技術を応用することによって、試料の光学情報をSNOM測定しながら同時に試料の表面情報をAFM測定することが可能なSNOM装置を提案している(Appl. Phys. Lett. 62(50)p. 461(1993)参照)。

【0011】即ち、ファンフルスト等のSNOM装置では、全反射プリズム上に載置された試料に対してHe-Neレーザー光を全反射プリズム側から照射して、試料表面近傍にエバネッセント場を局在させる。そして、この試料表面近傍に局在しているエバネッセント場に窒化シリコン製のAFM用プローブ即ちカンチレバーを差し入れて、エバネッセント場を散乱させて伝搬光に変換した際、窒化シリコン製プローブ内を透過した光を検出することによって、試料の光学情報がSNOM測定される。このとき同時に、上述したAFM測定技術に基づいてカンチレバーの変位を検出することによって試料の表面情報がAFM測定される。

【0012】ところで、ベテヒやファンフルスト等のSNOMは、いずれもプローブを介して光を伝搬させる必要上、少なくともプローブ先端は、光学的に透明でなければならない。この場合、プローブ先端には、光が通過可能な開口を形成する必要があるが、先端に開口が形成されたプローブを大量に、しかも均一な精度で作製することは容易なことではない。

【0013】特に、超解像度が要求されるSNOMには、通常の光学顕微鏡で実現可能な分解能を越える分解能が求められており、この要求を満足するためには、プローブ先端の開口径は、少なくとも $0.1\mu\text{m}$ 以下(好ましくは、 $0.05\mu\text{m}$ 以下)であることが必要である。

【0014】このような限定条件の下、プローブの開口を再現性良く形成することが極めて困難である。更に、開口を通してプローブ内に入射する光の量は、開口半径の2乗に比例して少なくなるため、SNOM像の分解能を向上させるように、開口径を小さくすると、逆に、検出光量が減少してS/N比が悪くなってしまう。

【0015】そこで、河田等は、特開平6-137847号公報において、先端に開口を有しないプローブ(探針)を備えたSNOMを提案している。このSNOMは、試料の表面近傍に局在しているエバネッセント場をプローブ(探針)によって散乱させて伝搬光に変換した際、プローブ(探針)の外側を伝搬する伝搬光即ち散乱光を例えばプローブの側方に配置された光検出器で検出することによって、試料の光学情報を得ることができる

ように構成されている。なお、このようなSNOMは、散乱光をSNOM情報として検出しているため、散乱モードSNOMと呼ばれている。

【0016】なお、河田等は、第42回日本応用物理学関係連合講演会(予稿集No. 3、916頁、1995年3月)において、STM用金属探針をプローブに使用した散乱モードSNOM装置を提案している。この散乱モードSNOM装置では、試料表面と探針先端との間の距離をフィードバック制御している間、試料表面近傍に局在しているエバネッセント場から散乱した散乱光を探針及び試料の横方向から観察することによって、STM測定と同時に散乱モードSNOM測定を行っている。

【0017】更に、第43回日本応用物理学関係連合講演会(予稿集No. 3、867頁、1996年3月)において、河田等は、斜め上方から試料に伝搬光を照射した際に、探針先端と試料表面との間に生じる多重散乱状態を検出することによって散乱モードSNOM測定が可能であることを報告している。

【0018】同様に、Opt. Lett. 20(1995)p. 1924において、バケロット(Bachelot)等は、先端に開口が形成されていない散乱用プローブを用いた散乱モードSNOM装置を報告している。

【0019】また、佐々木等は、第57回日本応用物理学学会学術講演会(予稿集No. 3、774頁、1996年10月)において、プローブとしてAFM用マイクロカンチレバー(例えば、特開平8-313541号公報、特開平7-311207号公報参照)を用いた散乱モードSNOM装置を報告している。

【0020】更に、シルバ(Silva)等は、文献「Appl. Phys. Lett. 65(6) p. 658(1994)」において、半球状のガラスの平面部分に $20\sim 40\text{nm}$ 径の銀製小片を付したプローブ(プラズモンプローブ)を用いて、光磁気記録媒体の記録マークを検出する方法を提案している。この方法では、プラズモン共鳴近傍の波長を有するレーザー光を暗視野照明技術に基づいて銀製小片に照射することによって、この銀製小片からの散乱光の強度を増強させている。

【0021】現在では、上述したようなAFM技術や散乱モードSNOM技術を応用した情報記録方法が提案されている。まず、AFM技術を応用した情報記録方法によれば、マーミン(H. J. Mamin)等の文献「Appl. Phys. Lett. 61(1992) p. 1003」において、先端径が $10\text{nm}$ 程度に先鋭化した探針を有するAFM用カンチレバーを用いることによって、 $10\text{Gbit}/\text{inch}^2$ の高密度記録を実現している。具体的には、高速記録を図るため、高速で回転させたポリメタクリル酸メチル(PMMA)から成る記録媒体を用いており、この記録媒体に対してPMMAの融点よりも高温に加熱した探針を接触させることによって、記録媒体に対して凹凸状のビットを機械的に記録している。このような記録方法において、探針は、記

録媒体を通してレーザー光を照射することによって加熱されている。また、AFM用カンチレバーは、一般的な半導体製造プロセス技術を利用して作製することができる。この結果、記録媒体には、約150nm×150nm程度の径を有する微細なピットを形成することができる。

【0022】なお、記録媒体に記録された情報の再生方法もAFM技術を応用して行われており、AFM測定方法によってピットの有無を検出し、その検出データに信号処理を施すことによって情報が再生される。

【0023】一方、SNOM技術を応用した情報記録方法によれば、ベテヒ (Betzig) 等の文献「Appl. Phys. Lett. 61 (1992) p. 142」において、先端に開口が形成された開口プローブを用いたSNOM装置が提案されており、この開口プローブから光磁気記録媒体に光を照射して磁化方向を反転させることによって、所望の情報を記録している。この場合、光磁気記録媒体上には、直径が約60nm程度のスポットが形成されるため、40～100 Gbit/inch<sup>2</sup> の高密度記録が実現される。また、ホサカ (Hosaka) 等の文献「J. Appl. Phys. 79 (1996) p. 808 2」にも開口プローブを用いたSNOM装置が提案されており、この開口プローブから相変化型記録媒体に光を照射し、その部分を加熱して相変化させることによって、所望の情報を記録している。この場合、相変化型記録媒体上には、直径が約60nm程度のスポットが形成されるため、上記同様の高密度記録が実現される。

【0024】なお、上記各記録媒体に記録された情報の再生方法もSNOM技術を応用して行われている。即ち、光磁気記録媒体に記録された情報の再生において、光磁気記録媒体にSNOM測定用光を照射しながらプローブを走査した際、散乱光の偏光角の回転状態を検出することによって、情報を再生している。一方、相変化型記録媒体に記録された情報の再生において、相変化型記録媒体にSNOM測定用光を照射しながらプローブを走査した際、反射率の相違に起因した散乱光の光強度の変化を検出することによって、情報を再生している。

【0025】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、開口プローブを応用した情報記録方法では、開口プローブから記録媒体に照射する光の光量（即ち、熱エネルギー）が少ないため、光の回折限界を越えるような微小領域への情報の記録ができないだけでなく、更に、情報記録に要する時間がかかり過ぎるといった問題点がある。照射光量を増加させるためには、開口を上げられることも考えられるが、開口を上げた場合には、高密度記録を実現できなくなってしまうといった問題が生じる。

【0026】また、このような問題は、開口の無い散乱用プローブを用いることによって解消することは可能であるが、散乱用プローブを用いた情報記録方法において、通常用いられているようなカンチレバーや金属針を

適用すると、プローブ固有の共振周波数によってプローブの駆動周波数が制限されてしまうため、実用化に必要なデータ転送レートを達成することができなくなってしまうといった問題が生じる。

【0027】一方、AFM技術を応用した情報記録方法では、記録媒体上に機械的にピットを形成しているため、記録した情報の消去して、新たな情報を重ね書きできないといった問題がある。更に、AFM技術を応用した情報記録方法では、機械的にピットを形成することが可能な記録媒体しか利用することができないため、記録媒体の種類に一定の制限があるといった問題もある。

【0028】本発明は、このような課題を解決するために成されており、その目的は、記録媒体の種類を問わず、回折限界を越える微小領域に高密度で且つ高速に所望の情報を記録することが可能な情報記録方法及び情報記録装置、並びに、高密度記録された情報を再生することが可能な情報再生装置を提供することにある。

【0029】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の情報記録方法は、保持部材によって固定された波長以下の散乱体を媒体に近接させ、散乱体に集束光を照射し、散乱体によって散乱された散乱光を熱源として用いることによって情報の記録を行う。

【0030】また、本発明は、光によって記録媒体に情報を記録する情報記録及び／又は再生装置において、光の波長以下の散乱体と、この散乱体を記録媒体に近接させる変位機構と、散乱体に集束光を照射する照射機構とを備えており、散乱体によって散乱された前記集束光の少なくとも一部を熱源として用いることによって、情報の記録を行う。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施の形態に係る情報記録再生装置について、添付図面を参照して説明する。図1(a)、(b)には、夫々、本実施の形態の情報記録再生装置に適用可能な光学ヘッド即ちプローブ100が示されており、図2には、このようなプローブ100が組み込まれた情報記録再生装置の構成が示されている。

【0032】図1(a)、(b)に示すように、本実施の形態に適用可能なプローブ100は、夫々、光の波長以下の微小な散乱体102と、この散乱体102を保持する保持部材101とから構成されている。

【0033】図2に示すように、本実施の形態の情報記録再生装置には、プローブ100に対向して記録媒体1をセット可能なアクチュエータ（例えば、圧電体チューブスキャナ）4が設けられており、このアクチュエータ4は、支持部材2を介して回転駆動体3に固定されている。

【0034】回転駆動体3及びアクチュエータ4は、夫々、駆動回路5を介してコントローラ6に電氣的に接続

されており、駆動回路5は、コントローラ6から出力される制御信号に基づいて、回転駆動体3を所定方向に高速回転させると共に、アクチュエータ4を所定方向に所定量だけ変位させる。この結果、記録媒体1とプローブ100との間の位置合わせを行うことができると共に、記録媒体1とプローブ100との間の距離を調整することができる。

【0035】なお、本実施の形態に適用可能な記録媒体1としては、光や熱を作用させることによって、その物理的性質が局所的に変化する媒体（例えば、光磁気記録媒体や相変化型記録媒体など）であれば、その種類は限定されることは無い。

【0036】このような構成によれば、情報の記録時又は再生時に、変位センサ7から出力される変位信号に基づいて、コントローラ6から所定の制御信号を駆動回路5に出力することによって、アクチュエータ4にセットした記録媒体1を三次元方向に移動（高速回転）させながら、情報の高速記録又は高速再生を行うことが可能となる。なお、このような高速記録又は高速再生時の記録媒体1に対するトラッキング制御は、アクチュエータ4を所定方向に所定量だけ変位させることによって行われる。

【0037】また、本実施の形態の情報記録再生装置には、後述する記録用レーザー光及び再生用レーザー光のいずれか一方を選択的に出射可能なレーザー光源10と、このレーザー光源10の偏光方向を必要に応じて変化させるための偏光子9と、レーザー光源10から出射したレーザー光をプローブ100に集光させる集光レンズ8と、レーザー光源10の光量を調整するためのフィルタ（図示しない）とが設けられている。なお、集光レンズ8は、その焦点位置にプローブ100の散乱体102が位置付けられるように、位置調整することができるように構成されている。

【0038】次に、本実施の形態の情報記録方法について説明する。従来の情報記録（光磁気記録や光相変化記録）方法では、記録用レーザー光をスポット照射して記録媒体1を直接加熱し、記録媒体1の物理的性質を変化させることによって、情報の記録が行われている。例えば、記録媒体1として光磁気記録媒体を用いた場合には、キュリー温度以上に光磁気記録媒体を加熱して磁化方向を反転させることによって情報の記録が行われ、記録媒体1として相変化型記録媒体を用いた場合には、この相変化型記録媒体を融点以上に加熱してアモルファスから結晶に変化させることによって情報の記録が行われる。

【0039】これに対して、本実施の形態の情報記録方法には、レーザー光源10が用いられる。レーザー光は、集光レンズ8によって決まる回折限界の領域に集光して、この領域の温度を上昇させる。このときレーザー光によって、この領域の温度上昇が、記録媒体1の物理

的性質を変化させるまでに至らないようにする必要がある。しかしながら、プローブ100の散乱体102と記録媒体1との間の空間距離は、後述するように非常に微小に保たれているため、熱の発散が起こり難く散乱体102の先端部では輻射熱等によって温度が上昇する。

【0040】つまり、本実施の形態の情報記録方法では、まず、プローブ100の散乱体102に記録用レーザー光を集光して散乱光を発生させる。そして、この散乱光によって、散乱体102の先端径又はこれと略同程度の記録媒体1上の局所領域が選択的に且つ間接的に加熱され、記録媒体1に対する情報の記録が行われる。

【0041】このように記録用レーザー光を散乱体102に集光させた状態において、プローブ100からの反射光は、対物レンズ13からハーフミラー70を介して変位センサ7に入力される。このとき、変位センサ7は、反射光の光学的変化に基づいて、プローブ100と記録媒体1との間の相対的な変位をモニタして、その変位信号をコントローラ6に出力する。コントローラ6は、変位信号に基づいて、所定の制御信号を出力する。そして、コントローラ6から出力される制御信号に基づいて、アクチュエータ4を駆動することによって、プローブ100を記録媒体1にナノメートルオーダ又はそれ以下のオーダで接近させて維持するフィードバック制御が行われる。

【0042】このようなフィードバック制御中、記録用レーザー光によって加熱された散乱体102の先端から記録媒体1に熱伝導が発生して、記録媒体1の物理的性質を変化させることによって、回折限界を越えた微小な領域に情報が記録される。

【0043】具体的には、記録媒体1として光磁気記録媒体を用いた場合には、散乱体102からの熱伝導によって光磁気記録媒体の局所領域がキュリー温度以上に加熱され、その領域の磁化方向が反転する。この場合、光磁気記録媒体のうち、散乱体102の先端径又はこれと略同程度の局所領域に情報が記録される。従って、光磁気記録媒体に対する高密度記録（即ち、回折限界を越える微小領域に対する高密度記録）を実現することができる。

【0044】同様に、記録媒体1として相変化型記録媒体を用いた場合には、散乱体102の先端からの熱伝導によって相変化型記録媒体の局所領域が所定温度以上に加熱され、その領域がアモルファスから結晶へ変位する。この場合も、相変化型記録媒体のうち、散乱体102の先端径又はこれと略同程度の局所領域に情報が記録される。従って、相変化型記録媒体に対する高密度記録（即ち、回折限界を越える微小領域に対する高密度記録）を実現することができる。

【0045】更に、本実施の形態の情報記録方法では、回転駆動体3によって記録媒体1を高速回転させながら情報の記録が行われるため、情報の高速記録と高密度記

録を同時に実現することが可能である。

【0046】なお、情報記録動作中、アクチュエータ 4 によって記録媒体 1 を移動制御することによって、プローブ 100 の散乱体 102 先端と記録媒体 1 との間のトラッキング制御が行われる。この場合、所望の情報が信号化されたデータ信号に基づいてコントローラ 6 からアクチュエータ 4 に制御信号を出力して、アクチュエータ 4 を制御することによって、記録媒体 1 に対する散乱体 102 の接離動作を制御することができる。この結果、記録媒体 1 に所望の情報を時系列的に記録することが可能となる。

【0047】また、光の吸収率が高く且つ効率良く輻射熱を放出可能な材料（例えば、金）をプローブ 100 の散乱体 102 の表面にコーティングすることによって、記録の効率を上げることができる。

【0048】更に、図 2 に示すように、記録用レーザー光をプローブ 100 の保持部材 101 を介して散乱体 102 に集光させる方法では、保持部材 101 として、記録用レーザー光を透過可能な透明部材を適用することが好ましい。これに対して、記録用レーザー光を記録媒体 1 を介してプローブ 100 の散乱体 102 に集光させる方法では、記録媒体 1 として、記録用レーザー光を透過可能な透明記録媒体を適用することが好ましい。

【0049】このように本実施の形態によれば、記録媒体の種類を問わず、回折限界を越える微小領域に高密度で且つ高速に所望の情報を記録することが可能な情報記録方法及び情報記録装置を実現することができる。

【0050】なお、上述の実施の形態では、その一例として、熱的記録方法を説明したが、光化学変化を利用した記録方法にも本実施の形態の情報記録方法及び情報記録装置を適用することができる。

【0051】また、上述した実施の形態の変形例に係る情報記録方法として、プローブ 100 の散乱体 102 に表面プラズモンを励起させることによって、プローブ 100 からの輻射熱を用いた情報記録の効率を上げることが可能である。

【0052】この変形例の情報記録方法では、上述した実施の形態と同様の構成で記録を行うが、表面プラズモンを励起させるために、レーザー光源 10 からの記録用レーザー光を偏光子 9 によって所定の偏光（例えば、p 偏光）に制御すると共に、自由電子を有する金属材料で散乱体 102 を形成する必要がある。

【0053】そして、実際の情報記録に際し、偏光子 9 によって偏光が制御された記録用レーザー光を集光レンズ 8 を介して散乱体 102 に集光させる。このとき、散乱体 102 に励起された表面プラズモンと記録媒体 1 との相互作用によって、散乱体 102 の先端径又はこれと略同程度の局所領域に対応した記録媒体 1 の局所領域の状態が効率良く変化する。この結果、記録媒体 1 に対する情報の記録が効率良く行われる。

【0054】なお、散乱体 102 として、表面プラズモンを励起し易い物質（例えば、銀、金など）を用いることによって、記録効率をより一層向上させることが可能である。

【0055】また、上述した実施の形態の変形例に係る情報記録方法及び情報記録装置において、例えば図 3 に示すように、記録媒体 1 を加熱する加熱機構を別途用いても良い。

【0056】本変形例に適用した加熱機構は、加熱用レーザー光源 15 と、この加熱用レーザー光源 15 から出射された加熱用レーザー光を記録媒体 1 に照射させる加熱用レンズ 14 とを備えている。

【0057】加熱用レンズ 14 としては、加熱用レーザー光を記録媒体 1 に集光させる集光レンズを適用することが好ましい。集光レンズを適用した場合、加熱用レーザー光を記録媒体 1 に集光させることができるため、集光レンズを適用しない場合に比べて記録効率を向上させることが可能となる。

【0058】本変形例の情報記録では、加熱用レーザー光源 15 から加熱用レンズ 14 を介して記録媒体 1 に加熱用レーザー光を集光させた際、この加熱用レーザー光によって記録媒体 1 が加熱されて、この記録媒体 1 の状態（例えば、物理的性質）が変化しないように（具体的には、情報の記録や消去が生じないように）、加熱用レーザー光源 15 の出力が制御される。

【0059】具体的には、記録媒体 1 の状態が変化する直前のギリギリの温度まで記録媒体 1 を加熱するように、加熱用レーザー光源 15 の出力が制御される。例えば、記録媒体 1 として光磁気記録媒体を用いた場合には、その磁化方向が反転するキュリー温度の直前の温度まで光磁気記録媒体が加熱されるように、加熱用レーザー光源 15 の出力が制御される。また、例えば、記録媒体 1 として 300℃で相変化する相変化型記録媒体を用いた場合には、300℃の直前の温度（例えば、299℃）まで相変化型記録媒体が加熱されるように、加熱用レーザー光源 15 の出力が制御される。

【0060】そして、実際の情報記録では、加熱用レーザー光を記録媒体 1 に集光させて記録媒体 1 の状態が変化する直前のギリギリの温度まで加熱した状態において、レーザー光源 10 からの記録用レーザー光をプローブ 100 の散乱体 102 に集光して散乱光を発生させて、散乱体 102 の先端径又はこれと略同程度の局所領域を選択的に且つ間接的に加熱することによって、記録媒体 1 に対する情報の記録が効率よく行われる。

【0061】本変形例の情報記録方法及び情報記録装置によれば、加熱用レーザー光によって記録媒体 1 の状態が変化するギリギリの温度まで記録媒体 1 を加熱しているため、散乱光によって記録媒体 1 を加熱するための温度が低くて済む。この結果、記録媒体 1 に対する熱的影響を少なくすることができると共に、局所的に記録媒体



1の加熱が行われるため、加熱による記録効率を上げることが可能となる。

【0062】なお、本変形例の情報記録方法及び情報記録装置では、加熱機構を別途適用しているが、これに限定されることは無く、例えばレーザー光源10を加熱用レーザー光源として用いることも可能である。

【0063】また、記録媒体1の加熱は、上述したような光学的方法に限定されることは無く、例えば、記録媒体1をヒータ等で電氣的に加熱しても良い。更に、記録媒体1の作製プロセス中に、記録媒体加熱用発熱体（図示しない）を記録媒体1に作り込んで良い。記録媒体加熱用発熱体としては、例えば、通電によって所望の温度に発熱可能なピエゾ抵抗層を適用することができる。この場合、情報記録中に、ピエゾ抵抗層に電流を供給してピエゾ抵抗層を発熱させることによって、記録媒体1を電氣的に加熱することができる。

【0064】次に、上記情報記録方法によって所望の情報が高密度記録された記録媒体1から情報を高速に再生する情報再生方法及び情報再生装置について説明する。図2及び図3に示すように、本実施の形態の情報再生装置は、散乱体102から発生させた散乱光によって、記録媒体1の記録状況を検出することができるよう構成されている。

【0065】このような構成において、レーザー光源10から必要に応じて偏光子9を介して射出された再生用レーザー光が、集光レンズ8によってプローブ100の散乱体102に集光すると、この散乱体102から散乱光が発生する。

【0066】このとき、散乱体102と記録媒体1との間の距離がナノメートル以下に接近している場合、散乱光と記録媒体1が相互作用することによって、散乱光には、記録媒体1の光学的特性が反映される。

【0067】具体的には、記録媒体1が相変化型記録媒体である場合、散乱光は、微小な領域（散乱体102の先端径又は又はこれと略同程度の局所領域）内の相変化に対応した反射率分布を反映している。また、記録媒体1が光磁気記録媒体である場合、散乱光は、微小な領域（散乱体102の先端径又は又はこれと略同程度の局所領域）内の磁化方向に対応した偏光角の回転分布を反映している。

【0068】このような光学的特性を有する散乱体102からの散乱光は、対物レンズ13からハーフミラー70を介して取り込まれた後、必要に応じて検光子11等を介して散乱光検出ユニット72に入射する。

【0069】このような情報再生では、偏光子9によって再生用レーザー光の偏光角を制御しておけば、検光子11によって特定の偏光成分を有する散乱光を精度良く選別することができる。特に、記録媒体1として光磁気記録媒体を用いている場合には、この検光子11によって、磁化方向に対応した偏光角成分を有する散乱光のみ

を精度良く散乱光検出ユニット72に入射させることができる。

【0070】散乱光検出ユニット72は、レンズ74とピンホール76と散乱光検出器（例えば、光電子増倍管）12とを備えており、対物レンズ13を介して散乱光検出ユニット72に入射した散乱光は、レンズ74からピンホール76を介して散乱光検出器12に導光される。

【0071】散乱光検出器12は、受光した散乱光の光量に対応した電気信号をコントローラ6に出力するように制御されており、この電気信号に基づいて、情報の再生が行われる。

【0072】具体的には、記録媒体1として相変化型記録媒体が用いられている場合、情報記録領域と未記録領域とで散乱光の反射率が相違する。また、記録媒体1として光磁気記録媒体が用いられている場合、情報記録領域と未記録領域とで偏光角の回転状態が相違する。従って、このように反射率又は偏光角の回転状態の異なる散乱光を散乱光検出器12を介して検出することによって、記録媒体1に高密度記録された情報を高速に再生することができる。

【0073】次に、上述したような本実施の形態の情報記録方法及び情報記録再生装置に適用可能なプローブ100について、図4を参照して説明する。図4(a)～(d)に示すように、プローブ100の散乱体102は、入射光を波長以下の領域内で散乱させるように、その先端径が入射光の波長の $1/2$ 以下に設計する必要がある。特に、散乱体102の先端径の大きさによって、記録及び再生の解像度が決まるため、散乱体102の先端径は、数十ナノメートル以下であることが好ましい。なお、このような微小な散乱体102は、例えば銀や金等の金属材料で形成することができる。

【0074】また、散乱体102を保持する保持部材101は、記録用及び再生用レーザー光が散乱体102に透過照射されるように透明部材で形成することが好ましい。従って、記録用及び再生用レーザー光として可視光を用いる場合、例えばガラスや石英等を適用することができる。また、記録用及び再生用レーザー光として赤外光を用いる場合、例えばガラスやシリコン等を適用することができる。

【0075】特に図4(c)、(d)に示すように、保持部材101が透明なレンズ状に形成されている場合、集光レンズ8を用いることなく、記録用及び再生用レーザー光を散乱体102に集光させることができる。このため、記録光学系及び再生光学系の構成を簡略化することが可能となる。

【0076】なお、保持部材101として固体液浸レンズ（図示しない）を用いた場合、この固体液浸レンズは、通常のレンズに比べて、その開口数（NA）が高いため、散乱体102に対して記録用及び再生用レーザー

光を高密度で且つ高パワーで集光させることができる。この結果、記録効率及び再生効率を上げることが可能となる。

【0077】また、図5(a)、(b)に示すように、ブローブ100の散乱体102が記録媒体1(図2及び図3参照)に対向するように、ブローブ100をスライダ114に取り付けて光学ヘッドを構成しても良い。

【0078】スライダ114は、情報の記録時及び再生時において、高速回転している記録媒体1から数十ナノメートル以下の距離を維持しつつ、記録媒体1上に浮上させることができるように構成されている。従って、このスライダ114に取り付けられたブローブ100の散乱体102は、記録媒体1に対して数十ナノメートル以下の距離に近接して位置付けられる。

【0079】この場合、記録用及び再生用レーザー光が保持部材101を介して散乱体102に照射されるように、スライダ114は、光を透過することが可能な材料で形成することが好ましい。なお、散乱体102をスライダ114に直接取り付けるとも良い。

【0080】このような構成によれば、記録時及び再生時において、記録媒体1又はブローブ100のラスタースキャンでは実現することが困難な記録及び再生の高速化を実現することができる。更に、散乱体102をスライダ114に直接取り付けることによって、光学ヘッドの構成をよりコンパクトにすることができる。

【0081】また、図6(a)、(b)に示すように、ブローブ100の代わりに、例えばシリコン製のいわゆるテトラヘドラルタイプのカンチレバーチップ200を適用しても良い。

【0082】カンチレバーチップ200は、支持部203と、この支持部203から延出したカンチレバー201と、このカンチレバー201の先端に設けられた四面体形状の探針202とから構成されている。

【0083】カンチレバー201は、その先端が二等辺三角形形状に形成された短冊形状を成しており、探針202は、その先端206がカンチレバー201の先端205の鉛直上に位置付けられるように形成されている。また、カンチレバー201の背面(探針202が形成された面とは反対側の面)には、所定の厚さを有する高反射膜204(例えば、アルミニウム膜)がコーティングされている。

【0084】カンチレバー201は、その先端が変位自在に構成されており、このカンチレバー201の変位状態は、上述した変位センサ7(図2及び図3参照)によって光学的に測定することができるようになっている。

【0085】このようなカンチレバーチップ200をブローブとして用いる場合、探針202が散乱体として作用する。また、カンチレバー201が透明であれば、記録用及び再生用レーザー光をカンチレバー201を透過させて探針202先端に照射することができる。一方、

カンチレバー201が不透明であれば、カンチレバー201を回避した方向から記録用及び再生用レーザー光を探針202先端に照射する。

【0086】このようなカンチレバー201は、従来のSNOM用カンチレバーと同じような動作をさせるわけではないため、従来のような記録速度に関する問題は起きないと共に、シリコンプロセスで一体成形できるため、製造プロセスが簡略化して製造コストを低減することができる。

【0087】また、最近では、探針202とカンチレバー201の先端部分が透明なカンチレバーチップ200も開発されており、このようなカンチレバーチップ200を用いることによって、カンチレバー201を透過して記録用及び再生用レーザー光を探針202先端に照射することができる。

【0088】また、このようなカンチレバーチップ200も、図5に示すように、スライダ114に取り付けることが可能であり、一方、スライダ114自体をシリコンプロセスで作製して、このスライダ114に散乱体102を直接取り付け、光学ヘッドをコンパクトに形成することも可能である。

【0089】なお、本明細書中には、以下の発明が含まれる。付記1. 保持部材によって固定された波長以下の散乱体を媒体に近接させ、前記散乱体に集束光を照射し、前記散乱体によって散乱された散乱光を熱源として用いることによって、情報の記録を行うことを特徴とする情報記録及び/又は再生方法。

(構成、作用効果) この発明によれば、保持部材に固定された光の波長以下の散乱体からの散乱光を熱源として用いることによって、記録媒体の種類を問わず、微小領域に高密度で且つ高速に所望の情報を記録することが可能な情報記録方法を実現することができる。付記2.

光によって記録媒体に情報を記録する情報記録及び/又は再生装置において、光の波長以下の散乱体と、この散乱体を記録媒体に近接させる変位機構と、前記散乱体に集束光を照射する照射機構とを備えており、前記散乱体によって散乱された前記集束光の少なくとも一部を熱源として用いることによって、情報の記録を行うことを特徴とする情報記録及び/又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、光の波長以下の散乱体からの散乱光を熱源として用いることによって、記録媒体の種類を問わず、微小領域に高密度で且つ高速に所望の情報を記録することが可能な情報記録装置を実現することができる。付記3. 情報再生時において、前記照射機構から照射される集束光の光強度を減光する減光手段と、前記散乱体から散乱した散乱光を検出する光検出手段と、この光検出手段によって検出された検出信号を電気的に処理する電気処理手段とを更に備えていることを特徴とする付記2に記載の情報記録及び/又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、照射機構から照射された集束光を散乱体によって散乱させて、その散乱光を検出することによって、微小領域に記録された情報を光学的に再生することができる。付記 4. 前記照射機構は、前記散乱体と前記媒体との間にプラズモンを励起させる機構を有することを特徴とする付記 2 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、散乱体に表面プラズモンを効率良く励起させることによって、散乱体からの輻射熱を用いた情報記録の効率を上げることができる。付記 4. 前記プラズモンを励起させる機構は、偏光素子であることを特徴とする付記 4 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、集束光の偏光を制御して、散乱体に表面プラズモンを効率良く励起させることによって、散乱体からの輻射熱を用いた情報記録の効率を上げることができる。付記 5. 前記照射機構は、前記記録媒体の物理的状態が変化する温度よりも低く前記記録媒体を加熱することを特徴とする付記 2 又は付記 4 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、記録媒体に対する熱的影響を少なくすることができると共に、局所的に記録媒体の加熱が行われるため、加熱による記録効率を上げることが可能となる。付記 6. 前記記録媒体を加熱する加熱機構を更に備えていることを特徴とする付記 2 又は付記 4 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、加熱機構によって所望の温度まで記録媒体を加熱しているため、散乱光によって記録媒体を加熱するための温度が低くて済む。この結果、記録媒体に対する熱的影響を少なくすることができると共に、局所的に記録媒体の加熱が行われるため、加熱による記録効率を上げることが可能となる。付記 7. 前記加熱機構による前記記録媒体の加熱は、前記記録媒体の物理的状態が変化する温度よりも低いことを特徴とする付記 6 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

----- (構成、作用効果) この発明によれば、記録媒体の状態

(例えば、物理的性質) が変化する直前のギリギリの温度まで記録媒体を加熱しているため、散乱光によって記録媒体を加熱するための温度が低くて済む。この結果、記録媒体に対する熱的影響を少なくすることができると共に、局所的に記録媒体の加熱が行われるため、加熱による記録効率を上げることが可能となる。付記 8. 前記加熱機構は、集束光を射出することを特徴とする付記 6 又は付記 7 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明は、集束光を記録媒体に照射することによって、記録した微小領域を含む集束光の直径程度の領域だけを効率よく加熱することができる。この結果、記録媒体に対する熱的影響を少なくすることができると共に、局所的に記録媒体の加熱が行われるた

め、加熱による記録効率を上げることが可能となる。付記 9. 前記散乱体は、透明媒質の保持部材に固定されていることを特徴とする付記 2 ～付記 8 のいずれか 1 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、保持部材を通して集束光を散乱体に照射させることが可能となる。付記 10. 前記保持部材は、前記散乱体に前記照射機構からの光束を集光する集光レンズであることを特徴とする付記 9 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、集光レンズを用いることなく、集束光を散乱体に照射させることができる。このため、記録光学系及び再生光学系の構成を簡略化することが可能となる。付記 11. 前記保持部材は、固体液浸レンズであることを特徴とする付記 10 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、固体液浸レンズは、通常のレンズに比べて開口数 (NA) が高いため、散乱体に対して集束光を高密度で且つ高パワーで集光させることができる。この結果、記録効率及び再生効率を上げることが可能となる。付記 12. 前記散乱体は、前記保持部材を介してスライダに取り付けられていることを特徴とする付記 9 ～11 のいずれか 1 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、記録時及び再生時において、記録媒体又は散乱体のラスタースキャンでは実現することが困難な記録及び再生の高速化を実現することができる。付記 13. 前記保持部材は、スライダであることを特徴とする付記 9 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、記録時及び再生時において、記録媒体又は散乱体のラスタースキャンでは実現することが困難な記録及び再生の高速化を実現することができると共に、散乱体をスライダに直接取り付けることによって、光学ヘッドの構成をよりコンパクトにすることができる。付記 14. 前記散乱体は、シリコンプロセスで作製されていることを特徴とする付記 2 ～9 のいずれか 1 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、散乱体をシリコンプロセスで保持部材と共に一体成形できるため、製造プロセスが簡略化され製造コストを低減することができる。付記 15. 前記散乱体は、保持部材を介してスライダに取り付けられていることを特徴とする付記 14 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、記録時及び再生時において、記録媒体又は散乱体のラスタースキャンでは実現することが困難な記録及び再生の高速化を実現することができる。付記 16. 前記散乱体は、スライダと一体に形成されていることを特徴とする付記 15 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、記録時及び再生時において、記録媒体又は散乱体のラスタースキャンでは実現することが困難な記録及び再生の高速化を実現することができると共に、散乱体をスライダに直接取り付けることによって、光学ヘッドの構成をよりコンパクトにすることができる。付記 1 7. 前記照射機構は、照射する光の偏光を制御する偏光制御手段を有しており、前記光検出手段は、前記散乱光の偏光を選別する偏光選別手段を有していることを特徴とする付記 3 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、偏光制御手段によって集束光の偏光角を制御しておけば、偏光選別手段によって特定の偏光成分を有する散乱光を精度良く選別することができる。この結果、記録媒体に高密度記録された情報を高速に再生することができる。付記 1 8.

光によって記録媒体に情報を記録する情報記録及び／又は再生装置において、光の波長以下の散乱体と、この散乱体を記録媒体に近接させる変位機構と、前記散乱体に集束光を照射する照射機構とを備えており、前記散乱体によって散乱された前記集束光の少なくとも一部を用いることによって、情報の記録を行うことを特徴とする情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、光の波長以下の散乱体からの散乱光を熱源として用いることによって、記録媒体の種類を問わず、微小領域に高密度で且つ高速に所望の情報を記録することが可能な情報記録再生装置を実現することができる。付記 1 9. 情報再生時において、前記照射機構から照射される集束光の光強度を減光し、前記減光手段を経て前記散乱体に照射され、前記散乱体から散乱した散乱光を検出し、この光検出手段によって検出された検出信号を電気的に処理することを特徴とする付記 1 に記載の情報記録及び／又は再生方法。

(構成、作用効果) この発明によれば、照射機構から照射された集束光を散乱体によって散乱させて、その散乱光を検出することによって、微小領域に記録された情報

を光学的に再生することができる。付記 2 0. 前記記録媒体を加熱することを特徴とする付記 1 又は付記 1 9 に記載の情報記録及び／又は再生装置。

(構成、作用効果) この発明によれば、加熱機構によって所望の温度まで記録媒体を加熱しているため、散乱光によって記録媒体を加熱するための温度が低くて済む。この結果、記録媒体に対する熱的影響を少なくすることができると共に、局所的に記録媒体の加熱が行われるため、加熱による記録効率を上げることが可能となる。

【0 0 9 0】

【発明の効果】本発明によれば、記録媒体の種類を問わず、回折限界を越える微小領域に高密度で且つ高速に所望の情報を記録することが可能な情報記録方法及び情報記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a), (b) は、夫々、本発明の一実施の形態の情報記録再生装置に適用可能なプローブの構成を示す図。

【図 2】本発明の一実施の形態に係る情報記録再生装置の構成を示す図。

【図 3】本発明の変形例に係る情報記録再生装置の構成を示す図。

【図 4】(a) ~ (d) は、夫々、本発明の一実施の形態の情報記録再生装置に適用可能なプローブにレーザー光を集光させている状態を示す図。

【図 5】本発明に適用可能なプローブをスライダに取り付けた状態を示す図であり、(a) は、その斜視図、(b) は、同図 (a) の背面図。

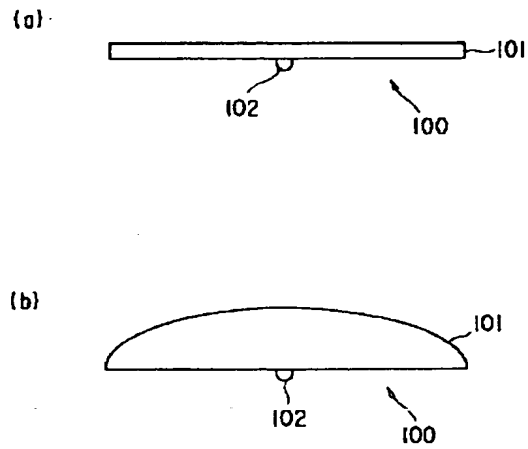
【図 6】本発明の一実施の形態の情報記録再生装置に適用可能なカンチレバーチップの構成を示す図であって、(a) は、その斜視図、(b) は、同図 (a) の b - b 線に沿う断面図。

【符号の説明】

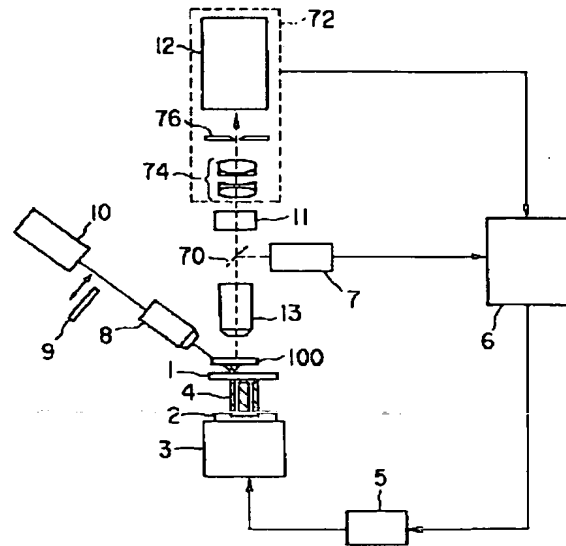
1 記録媒体

1 0 0 プローブ

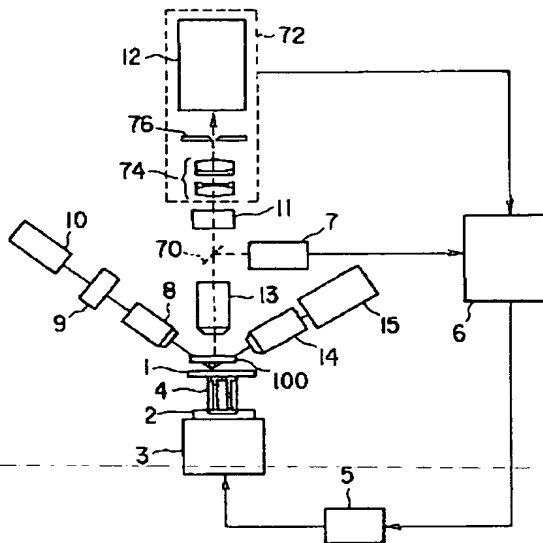
【図 1】



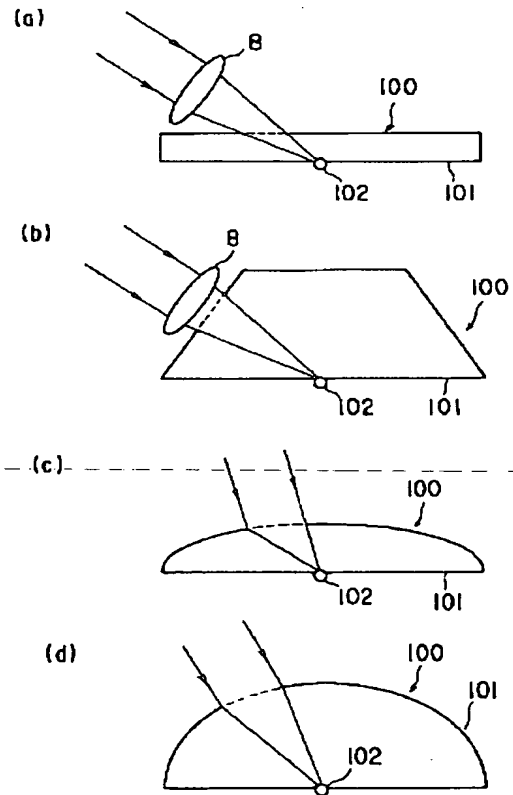
【図 2】



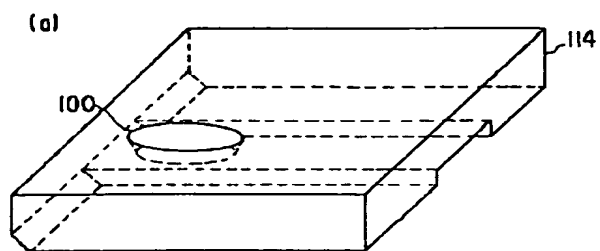
【図 3】



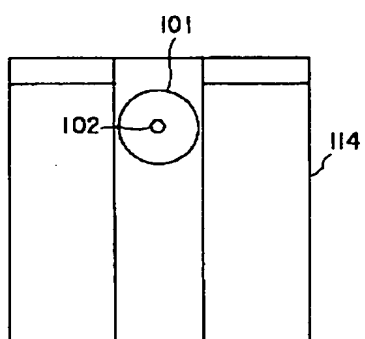
【図 4】



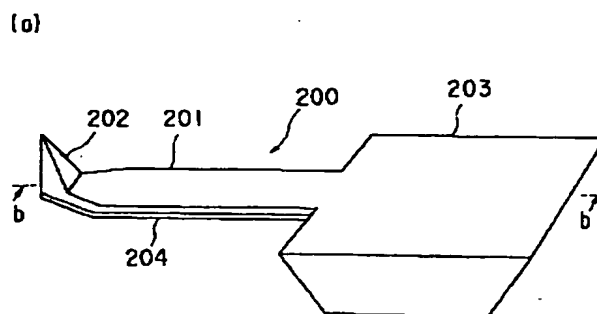
【図 5】



(b)



【図 6】



(b)

